

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-229040

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

(51)Int.Cl.

C21D 9/56
C21D 9/66

(21)Application number : 10-032479

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 16.02.1998

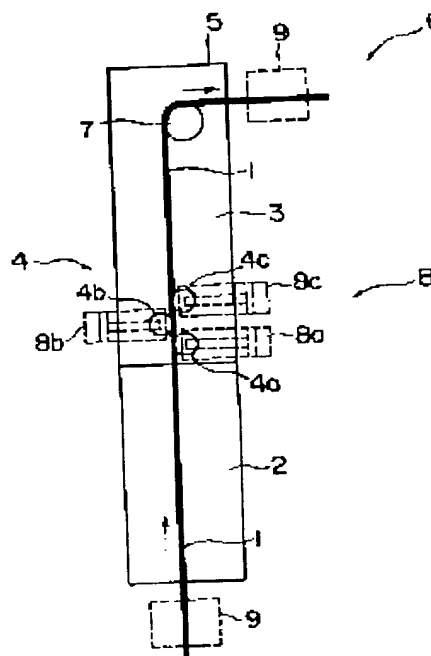
(72)Inventor : MORITA YASUHIRO
KURATA MASAYUKI
WAKASA HIROSHI
OZAKI DAISUKE

(54) ANNEALING METHOD AND APPARATUS CORRECTING SHAPE OF FE-NI ALLOY STEEL STRIP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce an Fe-Ni alloy steel strip having thin thickness and wide width and excellent strip shape by correcting the unevenness to the strip width direction of strain in the longitudinal direction of the strip already formed before charging an annealing furnace, at the same time of a stress removal annealing in a vertical furnace.

SOLUTION: The following processes are executed in order. (1) The Fe-Ni alloy steel strip is heated at the recrystallized temp. or lower and cooled. (2) Three or more of rolls 4 are arranged in the longitudinal direction orthogonal to the strip 1 at the inlet side in a cooling zone 3 and the strip 1 is pushed in and the restraint in the strip width direction is loaded to the strip 1. (3) A curvature radius of the pushed strip 1 is adjusted to 2500-5000 mm. (4) The max. temp. of the strip at the position where the restraint is loaded, is adjusted to in the range of 200-500° C. (5) A conveying stress of the strip is adjusted to in the range of 0.1-20 kg/mm² and the conveying stress in the (5) according to the strip shape before charging into the annealing furnace 5 is regulated to in the range of 0.1-20 kg/mm². (6) The max. heating temp. is executed in the range of 500-700° C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-229040

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.⁶

C 2 1 D 9/56

識別記号

1 0 1

F I

C 2 1 D 9/56

1 0 1 E

1 0 1 B

9/66

9/66

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-32479

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月16日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 森田 保弘

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 倉田 雅之

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 若狭 浩

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石川 泰男

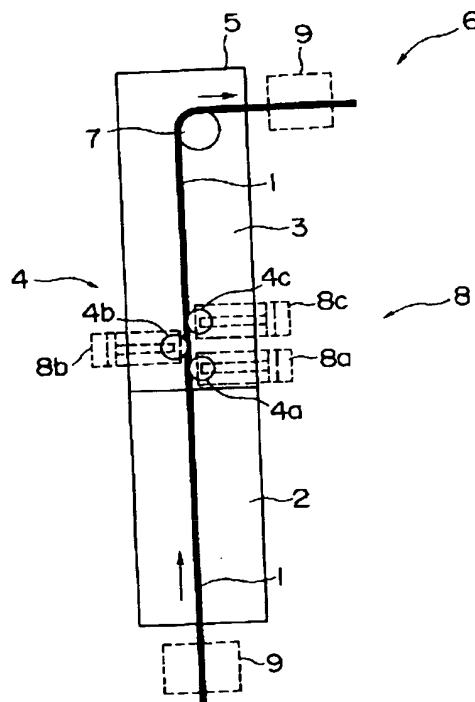
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Fe-Ni 合金鋼ストリップの形状矯正を伴う焼鈍方法及び焼鈍装置

(57) 【要約】

【課題】 堅型炉で応力除去焼鈍と同時に焼鈍炉装入前に既にストリップに形成されている板長手方向歪みの板幅方向に対する不均一性を矯正して、優れた板形状を有する板厚が薄く幅の広いFe-Ni 合金鋼ストリップを製造する。

【解決手段】 下記工程：(1) Fe-Ni 合金鋼ストリップを再結晶温度以下で加熱冷却する。(2) 冷却帯2 内入側にストリップ1 長手方向直角に、3 本以上のロール4 を設け、ストリップ1 を押し込み、ストリップ1 に板幅方向の拘束力を負荷する。(3) 押し込まれたストリップ1 の曲率半径を2500~5000mmに調節する。(4) 上記拘束力を負荷する位置のストリップ最高温度を200 ~500℃の範囲内に調節する。(5) ストリップ搬送張力を0.1 ~20 k g / m m² に調節する。焼鈍炉5 に入る前の板形状に応じて上記(5) の搬送張力を0.1 ~20 k g / m m² の範囲内で定める。最高加熱温度を500 ~700℃の範囲内で行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱帯及び冷却帯を備えた堅型焼鈍炉を用いてFe-Ni合金鋼ストリップを焼鈍する方法において、下記工程(1)から(5)の条件を満たす工程で前記Fe-Ni合金鋼ストリップを加熱し冷却することを特徴とする、Fe-Ni合金鋼ストリップの形状矯正を伴う焼鈍方法。

(1) 前記Fe-Ni合金鋼ストリップをその再結晶温度以下の温度で加熱し、次いで冷却する。

(2) 前記冷却帯内に入側に前記ストリップ長手方向に直角に、互いに近接した3本以上のロールを設け、前記ロールで前記ストリップの表面を交互に反対方向に押し込み、前記ストリップに板幅方向の拘束力を負荷する。

(3) 上記工程(2)において押し込まれた前記ストリップの曲率半径が、前記ロール間の少なくとも1箇所において2500~5000mmの範囲内になるように前記ロールの間隔及び押込量の内、少なくとも一つを調整して前記拘束力を調節する。

(4) 上記工程(2)の前記拘束力を負荷する位置における前記ストリップの温度を200~500℃の範囲内に調節する。

(5) 前記焼鈍炉内における前記ストリップの搬送張力を0.1~20kg/mm²の範囲内に調節する。

【請求項2】 請求項1の工程(5)における前記ストリップの搬送張力は、0.1~20kg/mm²の範囲内において、当該焼鈍炉に入る前の前記ストリップの板形状に応じてその値を定めることを特徴とする、請求項1記載のFe-Ni合金鋼ストリップの形状矯正を伴う焼鈍方法。

【請求項3】 前記Fe-Ni合金鋼ストリップの最高加熱温度を、500~700℃の範囲内で行なうことを特徴とする、請求項1又は2記載のFe-Ni合金鋼ストリップの形状矯正を伴う焼鈍方法。

【請求項4】 加熱帯及び冷却帯を備えたFe-Ni合金鋼ストリップの焼鈍炉において、前記焼鈍炉は堅型炉であり、そして、下記(1)から(4)の機構を備えていることを特徴とする、Fe-Ni合金鋼ストリップの形状矯正を伴う焼鈍装置。

(1) 前記冷却帯内に入側に、前記ストリップの搬送方向に沿って、且つ前記搬送方向に直角方向に軸を向けて設けられた、互いに近接した3本以上のロール。

(2) 前記(1)のロールで前記ストリップ表面を交互に反対方向に押し込み、こうして押し込まれた当該ストリップの曲率半径が、前記ロール間の少なくとも1箇所において2500~5000mmの範囲内になるように調整する、ロール押込量調整機構。

(3) 前記焼鈍炉の加熱帯及び冷却帯における前記ストリップの材料温度を調節する、炉内ストリップの温度制御機構。

(4) 前記堅型炉内における前記ストリップの搬送張力

を0.1~20kg/mm²の範囲内に調節する、炉内ストリップの搬送張力調節機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、調質圧延された後のFe-Ni合金鋼ストリップに残留する応力を除去するため、そして前記調質圧延によりそのストリップに形成された不均一な歪みを均一化し板形状を矯正するために、堅型焼鈍炉を用いて上記ストリップを再結晶温度以下で加熱し冷却し、且つストリップを板幅方向に拘束した状態でこれに高い搬送張力を負荷しつつ熱処理を行なう焼鈍方法及び焼鈍装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この発明で対象とするNi含有量が30~40wt.%のFe-Ni合金鋼薄板、例えばNiを36wt.%含むインバー合金の薄板は低熱膨張率特性に優れているので、ブラウン管用シャドウマスクとして広く用いられており、その板厚は0.05~0.2mm程度のかなり薄いものが主として使われる。このような電子材料にみられる特殊な用途に適用されるFe-Ni合金鋼ストリップは、大きな板形態で平坦度に優れ、且つ美麗で緻密な表面性状を有することが要求される。

【0003】 このような材料は調質圧延後、応力除去焼鈍が施されるが、この焼鈍前の板形状不良として、一般に波板の他に、中伸びや耳波がある。波板は板の幅方向圧縮の座屈により発生する。中伸びや耳波は、板の長手方向歪みの幅手位置による差により発生する。

【0004】 一方、このような材料ストリップの応力除去焼鈍炉としては、堅型炉と横型炉とがある。横型炉は、堅型炉で問題となるストリップ自重によるカテナリがストリップ自体に殆んどかからないのでこれに起因する板形状不良は発生しない。しかしながら、炉内に設けられたサポートロールとの接触により表面疵が発生し易いという欠点がある。そこで、この発明では、横型炉のようなロールを加熱炉内に設けない、堅型炉を対象として改善を図ることにした。

【0005】 ところで、一般に炭素鋼ストリップもしくは合金鋼ストリップに対して施すテンションアニーリングにおいて、ストリップの板厚が比較的厚く板幅も比較的狭い場合には、搬送張力が例えば20kg/mm²程度の高張力を負荷した状態でテンションアニーリングを施しても、その処理後にストリップ板幅方向の湾曲、所謂波板形状は発生せず、また中伸びや耳波も発生せず、問題となることはない。

【0006】 しかし、上述した電子材料用薄板等に供するためのFe-Ni合金鋼ストリップのように、板厚の薄い材料の場合には、調質圧延で発生した残留応力を除去し、比較的大きな搬送張力を負荷して板形状不良を矯正し、平坦度の良好な板を得るためのテンションアニーリングを行なうと、長手方向張力が板の幅手位置で不均

衡となる。堅型焼鈍炉では、更に、焼鈍炉下方の入側炉外ロールと上方の出側炉外ロールとの間に長いフリースパンが形成されており、このフリースパンでの加熱、冷却処理による熱応力がストリップに加算される。その結果、熱処理後のストリップに波板形状が生じる。このようにしてFe-Ni合金鋼ストリップに波板形状が発生する。

【0007】こうして発生したストリップ波板形状の例を、図4及び図5に示す。図4は波板形状をストリップの板幅方向断面で見た概略形状であり、湾曲が1箇所の場合、そして図5は同じく湾曲が2箇所の場合である。ここで、 h_1 、 h_2 、 h_3 を湾曲量とよぶ。

【0008】これに対して、特公平2-15615号公報は、金属ストリップ幅方向の湾曲を防止するために、加熱帯及び冷却帯を有する堅型炉で、ストリップの張力を $0.1 \sim 1.5 \text{ kg/mm}^2$ の範囲内という低張力に調節し、冷却帯内位置であってストリップ温度が $200 \sim 700^\circ\text{C}$ の範囲内まで下がる位置に3本以上のロールを設け、このロールでストリップを押し込み、 $1000 \sim 15000 \text{ mm}$ の範囲内の曲率半径の曲げを生じさせる方法を提案し、このロール径及びロール配置を上記曲率半径が得られ、且つストリップに材料の変形を生ぜしめにくい条件に調整して行なう、合金鋼ストリップの焼鈍技術（以下、先行技術という）を開示している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来技術のストリップに高張力を負荷しつつテンションアニーリングを行なう方法によると、薄肉広幅のストリップの場合には、テンションアニーリング工程で新たに板幅方向の湾曲が発生し、波板形状となり易く、特に、板平坦度の要求水準が高いストリップ材料を焼鈍する場合には十分満足すべき平坦度が得られないという問題がある。

【0010】これに対して、上述した先行技術によれば、堅型焼鈍炉内において低張力でストリップを搬送し、且つ炉内の冷却帯幅方向における冷却能力を均一にする制御を行い、冷却過程で生ずる熱応力を抑制するので、長手方向張力が板の幅手位置で不均衡となるのを抑制でき、従って、薄肉広幅のストリップを焼鈍処理する場合でも、当該焼鈍炉内において新たに板幅方向に湾曲する波板形状となるのを防止し得るという利点がある。

【0011】しかしながら、Fe-Ni合金鋼ストリップから製造されるブラウン管用シャドウマスクに使用されるような板厚が薄く、平坦度に特に優れていることが要求される板を製造するためには、材料の焼鈍中に板幅方向の湾曲が発生させず、しかも焼鈍前に板に形成されている中伸びや耳波のような不均一歪みをも矯正しなければならないので、先行技術のような低張力負荷による焼鈍方法は適用できない。即ち、板厚が薄く、板幅が広いFe-Ni合金鋼ストリップで、特に板の平坦度に優

れたものを製造するためには、上記先行技術に更に、応力除去焼鈍以前に既にストリップに形成されている、板の幅手位置で不均一な板長手方向歪みを均一に矯正する新技術を付加する必要がある。

【0012】従って、この発明の課題は、堅型の応力除去焼鈍炉を用い、本来の目的である応力除去焼鈍をすると共に、焼鈍炉装入前に既にストリップに形成されている板長手方向歪みの板の幅手方向に対する不均一性を除去し、板形状を矯正し、且つ、当該焼鈍炉内で新たに板の形状不良を発生させることがなく、こうして優れた板形状を有するストリップを製造する技術を開発することにある。そして、この発明の目的は、上記課題を解決することにより、テンションアニーリング熱処理方法により波板のような板幅方向の湾曲がなく、且つ、中伸びや耳波のような板の長手方向歪みの幅手位置による差がなくなって、平坦度に優れた、板厚の薄いFe-Ni合金鋼ストリップを安価に製造する焼鈍方法及び焼鈍装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、Fe-Ni合金鋼ストリップに調質圧延で既に形成されている板長手方向歪みの板幅方向に対する不均一性を除去するためには、堅型焼鈍炉内での搬送張力を大きくしなければならぬことを前提条件とした。但し、この不均一性が軽度の場合には、搬送張力を大きくすることは必須要件とはならない。そして、ストリップの搬送張力と加熱温度との組合せ条件を適切に選定し、板幅方向の湾曲を矯正することにした。このとき、特に、炉内ストリップを板幅方向に拘束する位置と、そのストリップの板幅方向の拘束力とを適切に選定すれば、搬送張力を大きくしても炉内で板に新たな形状不良を発生させることなく、しかも焼鈍前の板の歪みを矯正することができ、目的とする優れた板形状のストリップを得ることができる条件が存在するを見い出した。

【0014】この発明は、上述した知見に基づきなされたものであり、その特徴は下記のとおりである。請求項1記載の焼鈍方法は、加熱帯及び冷却帯を備えた堅型焼鈍炉を用いてFe-Ni合金鋼ストリップを焼鈍する方法において、下記工程（1）から（5）の条件を満たす工程でFe-Ni合金鋼ストリップを加熱し冷却することに特徴を有するものである。

（1）上記Fe-Ni合金鋼ストリップをその再結晶温度以下の温度で加熱し、次いで冷却する。

（2）上記冷却帯内に入側にストリップ長手方向に直角に、互いに近接した3本以上のロールを設け、そのロールでストリップの表面を交互に反対方向に押し込み、ストリップに板幅方向の拘束力を負荷する。

（3）上記工程（2）において押し込まれたストリップの曲率半径が、ロール間の少なくとも1箇所において $2500 \sim 5000 \text{ mm}$ の範囲内になるようにロールの間

隔及び押込量の内、少なくとも一つを調整して前記拘束力を調節する。

(4) 上記工程(2)の拘束力を負荷する位置におけるストリップの温度を200～500℃の範囲内に調節する。

(5) 焼鈍炉内におけるストリップの搬送張力を0.1～20kg/mm²の範囲内に調節する。

【0015】請求項2記載の焼鈍方法は、上記請求項1の工程(5)におけるストリップの搬送張力は、0.1～20kg/mm²の範囲内において、当該焼鈍炉に入る前のストリップの板形状に応じてその値を定め、ストリップの形状矯正をすることに特徴を有するものである。

【0016】請求項3記載の焼鈍方法は、上記請求項1又は2記載の発明において、Fe-Ni合金鋼ストリップの最高加熱温度を、500～700℃の範囲内で行なうことに特徴を有するものである。

【0017】請求項4記載の焼鈍装置は、加熱帯及び冷却帯を備えたFe-Ni合金鋼ストリップの焼鈍炉において、焼鈍炉は堅型炉であり、そして、下記(1)～(4)の機構を備えていることに特徴を有するものである。

(1) 上記冷却帯内の入側に、ストリップの搬送方向に沿って、且つその搬送方向に直角方向に軸を向けて設けられた、互いに近接した3本以上のロール。

(2) 上記工程(1)のロールでストリップ表面を交互に反対方向に押し込み、こうして押し込まれた当該ストリップの曲率半径が、ロール間の少なくとも1箇所において2500～5000mmの範囲内になるように調整する、ロール押込量調整機構。

(3) 上記焼鈍炉の加熱帯及び冷却帯におけるストリップの材料温度を調節する、炉内ストリップの温度制御機構。

(4) 上記堅型炉内におけるストリップの搬送張力を0.1～20kg/mm²の範囲内に調節する、炉内ストリップの搬送張力調節機構。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、この発明を、図面を参照しながら説明する。図1は、この発明による焼鈍装置の一例を示すものであり、Fe-Ni合金鋼ストリップの形状を矯正しつつ応力除去焼鈍をするための堅型焼鈍装置の概略鉛直断面図である。1はFe-Ni合金鋼のストリップ、2は加熱帯、3は冷却帯、そして4はロールである。ストリップ1は堅型の焼鈍炉5内を下方から上方に向かって所要の張力を負荷されつつ搬送される。ストリップ1は、加熱帯2内において再結晶温度以下の温度で加熱されて残留応力が除去されると共に、降伏温度に到達し、ストリップ1に負荷された搬送張力により板形状が矯正される。焼鈍炉5内におけるストリップ1の支持位置は、冷却帯3内の入側に設けられたロール4と冷

却帯3内出口近傍の炉内ロール7だけである。以下、焼鈍装置の構成とその機能について説明する。

【0019】(1)図2は、冷却帯内の入側に設けられたロール4の配置を示す鉛直方向の概略断面図である。これはロールが3本設けられた場合である。同図において、最下段のロール4aでストリップ1の右側表面を左方向に押し込み、中段のロール4bでストリップ1の左側表面を右方向に押し込み、そして上段のロール4cでストリップの右側表面を左方向に押し込む。同図でdがロールの押込量を指す。ロール4の押し込みは、油空圧式あるいは電動式負荷装置で行ない、その押込量dは押込量調整機構(図1、符号8)で制御する。

【0020】(2)このようにストリップ1をロール4で押し込んでストリップ1に対して板幅方向に拘束力を負荷する。こうしてストリップ1を板幅方向に拘束した状態で所定値以上の張力をストリップ1に負荷することにより、ストリップ長手方向に歪みを付与する。但し、この張力により付与される歪みの大きさは板幅方向の位置により異なる。即ち、ここで付与される歪みの大きさは、この歪み付与前のストリップ1に既に形成されていた板幅方向の歪み分布に応じてきまり、そして上記張力の負荷後には、板幅方向の歪み分布が均一になるようにしようとするものである。

【0021】(3)この発明において、搬送張力を0.1～20kg/mm²という低張力から高張力までの広い範囲に限定した理由を説明する。上述した理由により、焼鈍炉内でのストリップに対する長手方向の新たな歪み付与は、加熱帯の内部で所定値以上の張力を、搬送張力調整機構(図1、符号9)で負荷することにより行なう。

【0022】(a)ここで板形状を矯正するために要する張力 σ_{reform} の値を求める。図3は、板形状矯正に要する搬送張力 σ_{reform} の最小値を求める模式図である。板形状矯正に要する張力 σ_{reform} は、ストリップの温度 T_{st} によってきまるストリップの降伏応力 σ_y よりも大きいことが必要である。ストリップの温度 T_{st} とその温度におけるストリップの降伏応力 σ_y との間には、ストリップの温度 T_{st} が高くなるとストリップの降伏応力 σ_y は低下する関係がある(同図の $\sigma_y = f(T_{\text{st}})$)。一方、ストリップの加熱温度は再結晶温度以下とし、この発明で対象とするNi-Fe合金鋼(Ni:30～50wt.%)では最高加熱温度を500～700℃の範囲内とする。従って、もし、負荷した σ_{reform} に対し、板の長手方向張力が幅手位置で完全に均一な分布をすると仮定すれば、板形状を矯正するためストリップに負荷すべき張力 σ_{reform} は、ストリップ温度 T_{st} が加熱温度の最高値700℃におけるストリップの降伏応力 $\sigma_{y,700}$ 以上とすればよい。しかし実際には、負荷した σ_{reform} に対し、板の長手方向張力は幅方向に対してある張力分布を形成し、実際の板形状矯正のメカニズムは、ストリップ

の降伏応力 σ_y を超えた位置より塑性変形による形状矯正が進行するので、搬送張力としては、 $\sigma_{y,700}$ よりも小さい値($\sigma'_{y,form}$)で形状矯正は可能である。但し、板幅の広範囲で、形状矯正をしようとする場合は、搬送張力をより大きくすることが効果的である。

【0023】一方、搬送張力が大きくなるほど、ロールによる板幅方向の拘束力を大きくしなければ、矯正後の歪みを板幅方向に対して均一にすることができない。この拘束力を大きくするために、ロールの押し込みによるストリップの曲率半径を小さくしなければならない。しかし、曲率半径を小さくし過ぎると、ロールによる板紋りが発生して問題となる。また、搬送張力を大きくし過ぎると波板形状の矯正に留まらず、板厚が減少する。これらの問題を解消するために、搬送張力は20kg/mm²以下に制限すればよいことがわかった。

【0024】(b)ところで、当該焼鈍炉での処理前ストリップの板の幅手位置に対する板長手方向歪み分布がほぼ均一であり、矯正する必要が殆んどないような良好な板形状を有する場合もある。このような場合には、搬送張力はストリップを搬送するという本来の目的を達成すればよい。このための搬送張力としては、0.1kg/mm²以上必要である。

【0025】この発明においては、焼鈍前における板の変形程度が各種水準に変動していても、変形の程度に応じて搬送張力を定めることにより、ストリップを連続的に一層効率よく焼鈍することが可能となる点にも大きな特徴がある。従って、上記(a)及び(b)を満たす条件として、搬送張力は、0.1~20kg/mm²の範囲内で調整することが望ましい。従って、また、搬送張力調節機構(図1、符号9)は、ストリップの張力を上記範囲内に調整できることを要する。

【0026】なお、加熱温度の最高温度を500~700℃の範囲内とする理由は、下記による。Ni含有量が30~40wt.%のNi-Fe合金鋼ストリップの応力除去焼鈍を行なうに際して、再結晶による軟化等の機械特性を大きく変化させないという理由で700℃以下とすることが必要であり、また、主目的である応力除去という理由で500℃以上確保することが必要である。

【0027】(4)次に、ロールの押し込みによるストリップの曲率半径を2500~5000mmの範囲内に限定した理由を説明する。上述した適切な矯正歪みをストリップに付与するためには、上述したようにストリップに対して板幅方向に適切な拘束力を負荷している状態で適切な搬送張力をストリップに負荷する必要がある。本発明者等は、この適切なストリップ拘束力は、上記ロール4が3本以上で、押込量調整機構(図1、符号8)によりストリップ1を適量押し込み、当該ストリップ1に形成される曲率半径R(図2参照)を適切に選定することにより、板形状を害することなく達成されることを見出した。即ち、曲率半径Rは小さいほどストリップ拘束

力は大きくなるが、そのRを2500mm未満にすると、ストリップ1がロール4を乗り越えるときに所謂板紋りが生じてしまい、板形状を害する。一方、曲率半径Rは大きくなるほどストリップ拘束力が小さくなるが、Rを5000mm以上にすると、上記拘束力が小さくなり過ぎ、搬送張力により板幅方向の湾曲が新たに発生し、この発明で目標とする板平坦度を満足しない。ここで、板平坦度の内、波板の板幅方向の湾曲量 h_1 、 h_2 、 h_3 (図4、5参照)の目標値を、4mm以下に設定した。

【0028】そして、上記曲率半径Rを得るためには、実験結果によれば、ロール本数が2本以下ではストリップ1が曲がりくねった移動経路をとりにくく、R=2500~5000mmの範囲内に確保することができない。ロール本数が3本以上あれば、上記曲率半径の確保に問題がない。

【0029】なお、上述したように、ストリップ1の曲率半径Rを適切な範囲内に調整する。上記曲率半径Rは、例えば、ロール間隔sと前述したロール押込量dとから実験で求めておく。

【0030】(5)ストリップを板幅方向に拘束するためのロールの設置位置について説明する。ストリップ1の幅方向拘束のためのロール4は、加熱帯内に設けると高温に耐え得るロールの製作・設置に多額の費用がかかることやロールとストリップとの接触によりストリップ表面に疵が付き易いことから避けるべきである。これに対して、ロール4を冷却帯内に設ければその問題解決は容易になる。更に、冷却帯内の入側に設置し、且つその位置におけるストリップ温度が500℃以下の位置、又は、その位置におけるストリップ温度が500℃以下となるように加熱帯での加熱条件を、また必要に応じて更に冷却帯での冷却条件をも調整すれば、ロールに関する上記設備面の問題は解消される。しかしながら、ロール4の設置位置を冷却帯入口から遠くして出口に近づけるほど、焼鈍炉内での加熱帯入口からのストリップのフリースパンが長くなるので、ロール4によるストリップ板幅方向の拘束をする上で不利になる。即ち、その場合はストリップの曲率半径Rを小さくしてストリップに対する拘束力を大きくしなければならず、板紋りが発生し易くなる。

【0031】なお、ロール4設置位置のストリップ温度の下限値は200℃以上であれば、実操業で得られる温度で問題なく、特に限定する必要はない。但し、通常操業では、加熱終了後の冷却速度を異常に大きくしない限り、その温度は成り行きで200℃程度以上になる。

【0032】以上より、ロール4の設置位置としては、冷却帯内の入側であって、その位置におけるストリップ温度を500℃以下に調整でき、且つ、ストリップの曲率半径を上述した通りの2500~5000mmの範囲内に調整できるための炉内スペースを確保できることを

条件にして、できるだけ冷却帯入口に近いことが望ましい。なお、ロール4は、より拘束力を持った位置に移動させると更に効果的である。

【0033】(6) この発明の最大の特徴は、ロール4によるストリップの曲率半径を2500～5000mmの範囲内に限定調整することと、搬送張力を最大20kg/mm²まで可能とする高張力で搬送する方式との組合せ技術にあり、これに、ロール設置位置及びその本数と、加熱帯のロール設置位置におけるストリップの温度条件とを適切に組み合わせることにより、ストリップに高張力を負荷して板形状を矯正しても、その際に他方で板形状を害するということなく所期目的を達成することができる点にある。

【0034】

【実施例】次に、この発明を、実施例によって更に詳細に説明する。上述した実施の形態に基づき、下記試験を行なった。

【0035】板厚0.12mm及び0.25mmの2種、板幅880mmの36wt.%Ni合金鋼で、調質圧延後のストリップを、ストリップの最高温度約550℃で残留応力除去焼鈍をしつつ板形状の矯正をした。使用し

表1

	板厚 (mm)	ロール 本数	炉内搬送 張力 (kg/mm ²)	曲率半径 R (mm)	ロール 押込量 d(mm)	波板 湾曲量	中伸び 急峻度			板 交り	板 折れ	総合 評価
						焼鈍後 h(mm)	焼鈍前 λ(%)	焼鈍後 λ(%)	改善量 λ(%)			
比較例1	0.12	0	4	∞	0	25	0.7	0.5	0.2	なし	有り	×
比較例2	0.12	2	4	2700	5	20	0.7	0.4	0.3	なし	なし	×
実施例1	0.12	3	4	2700	5	1	0.7	0.5	0.3	なし	なし	○
実施例2	0.12	3	1.5	2700	5	3	0.5	0.5	0	なし	なし	○
実施例3	0.12	3	0.2	2700	5	2	0.5	0.4	0	なし	なし	○
比較例3	0.12	3	4	1500	9	1	0.7	0.5	0.3	有り	なし	×
比較例4	0.12	3	4	1900	7	2	0.7	0.5	0.2	有り	なし	×
実施例4	0.12	3	4	4500	3	3	0.7	0.3	0.2	なし	なし	○
比較例5	0.12	3	4	13600	1	12	0.7	0.5	0.4	なし	なし	×
比較例6	0.25	3	10	1900	7	2	1.0	0.5	0.5	有り	なし	×
実施例5	0.25	3	10	2700	5	2	1.0	0.5	0.5	なし	なし	○
実施例6	0.25	3	10	4500	3	4	1.0	0.4	0.6	なし	なし	○
実施例7	0.25	3	15	4500	3	4	1.0	0.2	0.8	なし	なし	○

【0039】次に、試験結果について述べる。ストリップの板形状として、波板、中伸び、板交り及び板折れについて測定した。

【0040】①ストリップの波板形状は、焼鈍前及び後のいずれにおいても、図4及び5に板の横断面形状を示したように、板幅方向の湾曲が1箇所の場合と2箇所の場合とがあった。図4及び5のそれぞれに示したように、ストリップ1と水平定盤10との隙間である湾曲量

た焼鈍炉は図1に示したものと同一型炉であり、3本のロールを冷却帯内入口近くに設置した。但し、本発明の範囲外の比較例として、ロールを2本設置した場合の試験も行なった。

【0036】ロール設置位置におけるストリップの温度は、約350℃であった。3本又は2本のロール間隔sはすべて330mmで、ロール押込量dを種々変化させてストリップの曲率半径Rを、本発明の範囲内及び範囲外の所定値となるように調整した。そして、残留応力除去前のストリップ板幅方向の湾曲量に応じて、炉内搬送張力を0.2～15kg/mm²の範囲内の5水準(0.2、1.5、4、10及び15kg/mm²)のいずれかに決めた。

【0037】上記試験条件でストリップの残留応力除去焼鈍をすると共に、板形状の矯正を行なった。表1に、本発明の範囲内の条件を満たす実施例1～7、及び本発明の範囲外の条件である比較例1～6の試験条件を示す。

【0038】

【表1】

の極大値h₁、並びに、h₁及びh₂を測定した。図5のように湾曲が2箇所ある場合は湾曲量の大きい方の値を当該ストリップの湾曲量と定めた。板波の評価特性として上記湾曲量を用い、それが4mm以下のものを合格とした。

【0041】②ストリップの中伸び急峻度を、焼鈍前後に測定した。図6は中伸び急峻度の説明図であり、中伸び部分の板長手方向断面における波高aとピッチpとか

ら急峻度 λ を、 $\lambda = (a/p) \times 100\%$ で定義する。
中伸び急峻度は、 $\lambda \leq 0.5\%$ のものを合格とした。

【0042】③更に、ストリップの板紋り及び板折れ発生の有無を検査した。そして、ストリップ板形状の評価として、湾曲量及び中伸び急峻度が共に合格で、且つ板紋り及び板折れのいずれも発生しなかったストリップを、総合評価で良とし○印で、そして、上記評価特性の内一つでも不可のあったストリップは総合評価で不良とし×印で表わした。

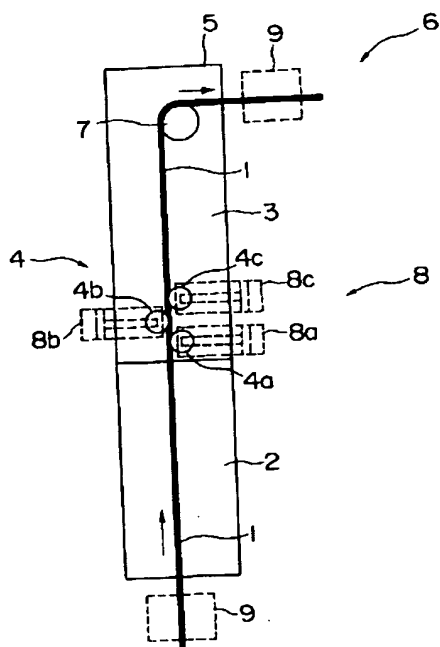
【0043】これらの試験結果を、表1に併記した。上記試験結果からわかるように、実施例1～7の方法で行なわれた形状矯正を伴う応力除去焼鈍後のFe-Ni合金鋼ストリップは、板形状に対する目標を達成した良好なものが得られた。これに対して、比較例1～6の方法では、形状矯正を伴う応力除去焼鈍を行なっても、板形状に対する目標を達成せず、良好なFe-Ni合金鋼ストリップは得られなかった。

【0044】

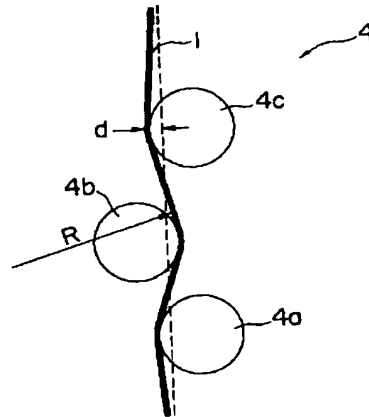
【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、調質圧延された後のFe-Ni合金鋼ストリップに残留する応力を除去すると共に、調質圧延により形成された不均一な歪みを均一化して板形状を矯正して、板紋りや板折れ発生を伴わずに中伸びや耳波を改善し、しかも波板形状が良好で板幅方向の湾曲を抑制した、平坦度に優れたストリップを安価に製造することができる。このような焼鈍方法及び焼鈍装置を提供することができ、工業上有用な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

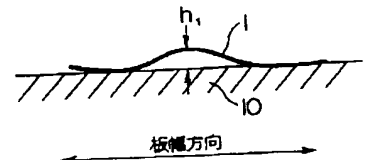
【図1】



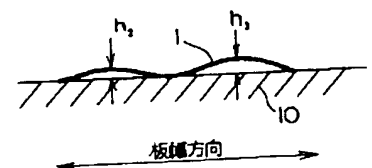
【図2】



【図4】



【図5】



【図1】この発明の堅型焼鈍装置の一例を示す概略鉛直断面図である。

【図2】図1の冷却帯内に入側に設けられたロール配置の詳細図である。

【図3】板形状矯正に要するストリップ搬送張力 σ_{reform} の最小値をもとめる模式図である。

【図4】ストリップの板幅方向の湾曲が1箇所の場合の概略C方向断面形状である。

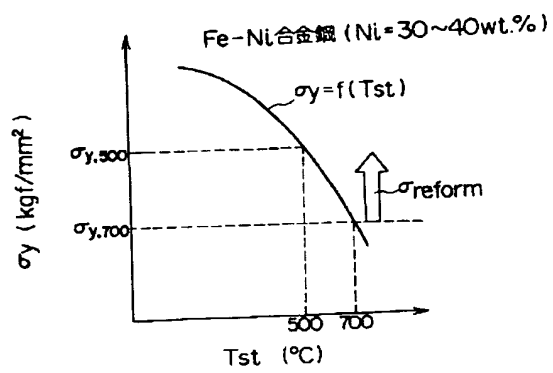
【図5】ストリップの板幅方向の湾曲が2箇所の場合の概略C方向断面形状である。

【図6】ストリップの中伸び急峻度の説明図である。

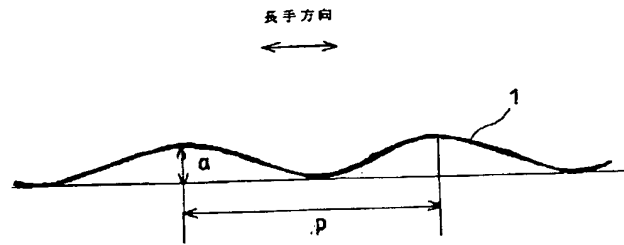
【符号の説明】

- 1 ストリップ
- 2 加熱帯
- 3 冷却帯
- 4、4 a、4 b、4 c ロール
- 5 焼鈍炉
- 6 焼鈍装置
- 7 出口近傍炉内ロール
- 8、8 a、8 b、8 c 押込量調整機構
- 9 搬送張力調整機構
- 10 定盤
- h_1 、 h_2 、 h_3 板幅方向の湾曲量
- d ロール押込量
- D ロール径
- R 曲率半径
- a 波高
- p ピッチ

【図3】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 尾崎 大介
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
 本鋼管株式会社内